

ESTOQUE DE SERAPILHEIRA EM UMA ÁREA DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO LITORAL DO PARANÁ

Augusto Venicius Possa Borges¹, Alessandro Camargo Angelo²

¹Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – augustopborges@outlook.com

²Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – alessandrocamargo@gmail.com

Resumo

Todo material depositado no solo de uma floresta é comumente chamado de serapilheira, material este que é essencial para a ciclagem de nutriente e sustentabilidade da flora. O objetivo deste trabalho foi quantificar ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) o estoque de serapilheira em uma área de restauração florestal no município de Antonina, PR, segregando o material em quatro frações (total, folhas, ramos e galhos e miscelâneas) e compará-los com um remanescente de Mata Atlântica. Também foi avaliada a mortalidade de cada tratamento e sua influência no estoque de serapilheira. Foram avaliados quatro tratamentos, cada um originalmente plantado com seis espécies arbóreas, variando a densidade plantada em cada um dos tratamentos. As parcelas de coleta de serapilheira foram locadas sistematicamente, sendo que a coleta foi realizada com gabarito de $0,5 \text{ m}^2$. Para as análises de variância foi utilizado a ANOVA e o teste de Tukey (5%). Os resultados encontrados para os tratamentos nas frações “ramos e galhos”, e “miscelâneas” não variaram estatisticamente, enquanto para “folhas” e “total” variou estatisticamente entre os tratamentos. Os resultados encontrados para a fração total foi de 5624, 7817, 6517, 6343 e 6981, respectivamente para os tratamentos 1, 2, 3 e 4 e o remanescente FS-2. A mortalidade não influenciou no estoque de material vegetal, visto que a mortalidade foi estatisticamente igual entre os tratamentos. A provável causa de diferenças no estoque de serapilheira é a quantidade original de cada espécie plantada nos tratamentos.

Palavras chaves: Acúmulo de material orgânico no solo, Mata Atlântica.

Abstract

All material deposited in the soil of a forest is commonly called litter, material that is essential for nutrient cycling and flora sustainability. The objective of this work was to quantify ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) the litter stock in a forest restoration area in the municipality of Antonina, PR, segregating the material into four fractions (total, leaves, branches and branches and miscellaneous) With a remnant of Mata Atlântica. The mortality of each treatment and its influence on the litter stock were also evaluated. Four treatments were evaluated, each one originally planted with six tree species, varying the density planted in each of the treatments. The litter collection plots were systematically leased, and the collection was done with a template of 0.5 m^2 . ANOVA and Tukey's test (5%) were used for analysis of variance. The results found for the treatments in the "branches and branches" and "miscellaneous" fractions did not vary statistically, while for "leaves" and "total", the treatments varied statistically. The results for the total fraction were 5624, 7817, 6517, 6343 and 6981, respectively for treatments 1, 2, 3 and 4 and the remaining FS-2. Mortality did not influence the stock of plant material, since mortality was statistically the same among treatments. The likely cause of differences in litter stock is the original amount of each species planted in the treatments.

Keywords: Accumulation of organic material in the soil, Atlantic Forest.

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é formada por um conjunto de formações florestais nomeadas de Floresta Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual, Ombrófila Aberta além de ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude. Quanto a vegetação, estima-se que existam cerca de 20 mil espécies, muitas endêmicas e ameaçadas de extinção (MMA, 2016)..

Segundo o mesmo autor, no Brasil, o bioma originalmente cobria uma área de 130 milhões de hectares, distribuída em 17 estados. Atualmente esta área conta com uma população de 120 milhões de pessoas, gerando cerca de 70% do PIB brasileiro. Hoje cerca de 22% da Mata Atlântica encontra-se preservada ou em algum estágio de regeneração, porém esta área não é contínua, sendo que 7% estão bem conservados em fragmentos acima de 100 hectares.

Dentre as áreas mais conservadas vale a pena destacar o litoral paranaense, contando com um dos maiores remanescentes da Mata Atlântica do Brasil. Porém, durante quase 400 anos de colonização, nestes territórios, as planícies aluviais sofreram intensamente a substituição de florestas por pastagem e agricultura, assim como a retirada extensiva de madeiras na serra do mar, assim houve uma perda de biodiversidade, o que leva atualmente a uma necessidade de trabalhos de restauração e educação ambiental.

A recuperação de áreas degradadas em florestas tropicais depende de diversos fatores, tais como: procedência das mudas, época de plantio, preparo do solo, acompanhamento nos primeiros anos para controle de pragas e mato competição, ciclo de chuvas entre outros. Dentre eles, a ciclagem de nutrientes, papel exercido principalmente pela serapilheira, é fundamental para a vitalidade dos projetos. A serapilheira é composta de todo material morto encontrado na superfície do solo, podendo ser de origem animal ou vegetal, sofrem decomposição por processos físico-químicos e bióticos (ADUAN *et al.*, 2003).

A principal fonte de nitrogênio para as plantas é oriunda da decomposição da serapilheira. Este processo também disponibiliza fósforo, cálcio, potássio, magnésio e outros nutrientes, essenciais para o desenvolvimento da flora (SAYER *et al.*, 2012).

Segundo Carpanezzi (1997), existem dois fatores principais para o acúmulo de serapilheira na superfície, sendo eles a produção de folhas pelas plantas, e os teores de nutrientes presentes nelas. O estoque de serapilheira numa floresta depende de vários fatores dentre eles destacam-se: tipo de floresta, estágio sucessional, cobertura florestal, condições edafoclimáticas, sítio, sub-bosque, manejo silvicultural, espécie, procedência, idade, época e local de coleta. Outro fator é a taxa de decomposição natural, a qual influencia na quantidade acumulada no solo, além de distúrbios naturais como enchentes, queimadas ou vento podem deslocar ou diminuir o material. Fatores antrópicos também podem impactar na quantidade de serapilheira no solo como a retirada do material, tipo de manejo aplicado, ou conversão da área para outros fins. Quanto maior a deposição de material no solo e menor a taxa de decomposição, maior será o estoque de serapilheira, (SAYER *et al.*, 2012).

A restauração da Mata Atlântica vem avançando nos últimos anos, devido a contribuição dos governos federais, estaduais, municipais e iniciativas privadas (MMA, 2016). Dentre as instituições privadas destaca-se a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação ambiental (SPVS), uma instituição do terceiro setor fundada em 1984 com sede em Curitiba-PR. Em parceria com a The Nature Conservancy (TNC), General Motors, American Electric Power e Chevron Texaco, implementou a partir de 1999 três projetos (Reservas Naturais) no litoral do Paraná. Os projetos tentam mitigar os efeitos das oscilações climáticas, proteger a biodiversidade, os solos, a água e promover o desenvolvimento sustentável da região, (SPVS, 2012).

O objetivo deste trabalho foi quantificar o estoque de serapilheira presente em uma área de restauração ecológica, identificar as taxas de mortalidade e sobrevivência, bem como a relação que estas tem com o aporte de serapilheira.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado em duas localidades da Reserva Guaricica, uma área de restauração ecológica pertencente ao município de Antonina, litoral norte do estado do Paraná, situada dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba.

Segundo Köppen o clima da região é o subtropical úmido mesotérmico, Cfa, com temperatura média anual de 20,5 °C (máxima de 26,2 °C; mínima 16,5 °C) e precipitação anual média de 2587 mm (FERRETTI & BRITZ, 2006; IAPAR, 2016). Os solos presentes na região são Neossolos, Cambissolos, Gleysolos e Argissolos (SPVS, 2012).

A primeira área de estudo localiza-se em frente à sede da reserva, onde durante o ano de 2006 foi realizado um experimento de restauração florestal pela SPVS em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Foram plantadas seis espécies arbóreas em uma área de 3,6 ha, como forma de estudo para controle e supressão de *Urochloa sp.* (braquiária), e reestabelecimento da fauna e flora da Floresta Ombrófila Densa. Anteriormente a área do experimento era utilizada para criação de bubalinos, assim encontrava-se sem cobertura vegetal natural, com solo compactado e presença de poças de lama. A reserva situa-se próxima à serra do mar, na planície litorânea, apresentado relevo plano à suave ondulado, a reserva tem área total de 8.600,32 ha (SPVS, 2012).

O estudo foi realizado em parte do experimento denominada Bloco 1, com 1,2 ha de área. Este bloco é dividido em 4 Tratamentos de áreas iguais (T1, T2, T3 e T4). As espécies plantadas foram: *Cytherexylum myrianthum* (jacataúva); *Senna multijuga* (aleluia); *Myrsine coriacea* (capororoca); *Inga edulis* (ingá-vermelho); *Inga marginata* (ingá-feijão) e *Schizolobium parahyba* (guapuruvu). As espécies foram escolhidas por serem pioneiras e de crescimento rápido. O experimento foi acompanhado durante os três primeiros anos, após foi deixado para se desenvolver naturalmente.

O delineamento experimental usado para o plantio foi o de blocos ao acaso com tratamentos de 3.000 m², sendo o espaçamento utilizado de 2,5 m entre linhas x 1,6 m entre plantas, totalizando 760 plantas por tratamento. A densidade de plantas por tratamento está exemplificada na tabela 1.

Tabela 1. Espécies utilizadas em plantio misto, número de árvores e proporção em cada Tratamento.

Fonte: SPVS, 2012 adaptado pelos autores Borges *et al.*, 2016.

Table 1. Species used in the mix plantation, number of trees and proportion of each one in the block-part

Espécie	Número de árvores				Porcentagem			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
J	127	152	95	63	16,7%	20,0%	12,5%	8,3%
A	126	152	190	254	16,7%	20,0%	25,0%	33,3%
C	127	76	95	63	16,7%	10,0%	12,5%	8,3%
IV	127	152	190	254	16,7%	20,0%	25,0%	33,3%
IF	127	152	95	63	16,7%	20,0%	12,5%	8,3%
G	126	76	95	63	16,7%	10,0%	12,5%	8,3%

Nota: J (Jacataúva); A (aleluia); C (Capororoca); IV (Ingá-Vermelho); IF (Ingá-Feijão); G (Guapuruvu).

O resultado atual do experimento pode ser visto na Figura 1.

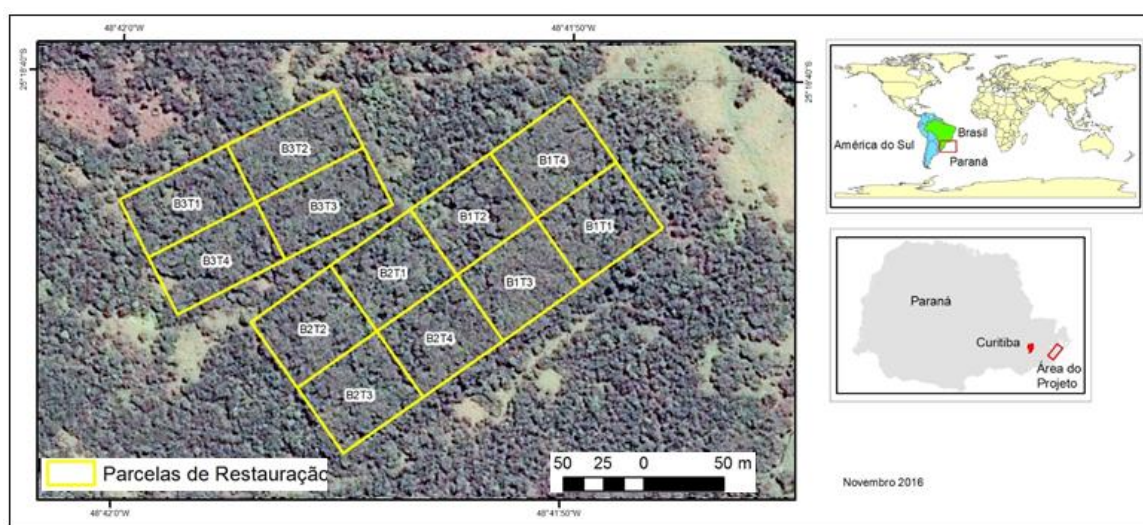


Figura 1. Localização e posicionamento do experimento na Reserva da Guaricica, Antonina - PR. FONTE: SPVS adaptado pelos autores Borges *et al*, 2016.

Figure 1. Location and position of the experimente in the Guaricica Reserve, Antonina – PR.

A segunda parte do estudo localiza-se, segundo Bianchin *et al* (2016), próximo às coordenadas 25° 18' Sul e 48° 40' Oeste, com altitude aproximada de 100 metros. Havia na área 3 parcelas previamente instaladas FS-1 = floresta secundária menos desenvolvida; FS-2 = floresta secundária intermediária; FS-3 = floresta secundária mais desenvolvida, com áreas de 1 ha por parcela. A área que serviu para coleta de dados foi a FS-2 estando situada na Floresta Ombrófila Densa Submontana (IBGE, 2012). A figura 2 mostra a localização da parcela

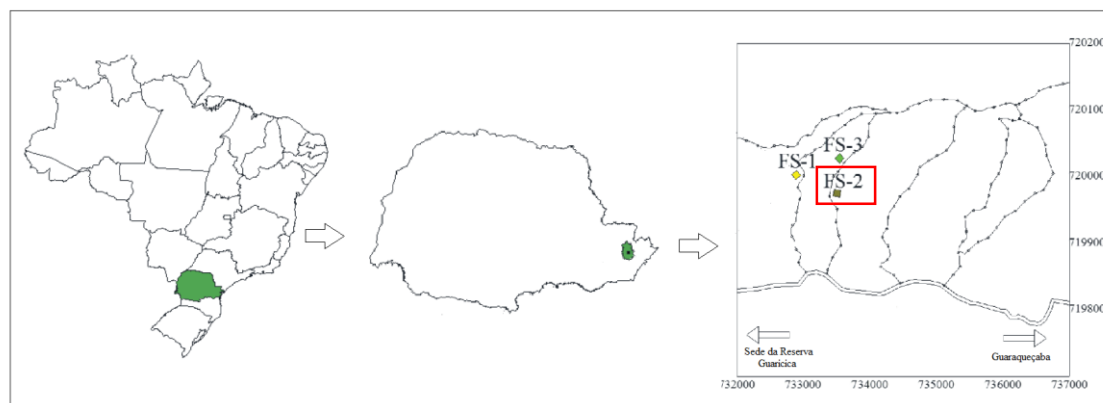


Figura 2. Área de estudo e distribuição espacial dos coletores de serapilheira nas parcelas.

Fonte: Bianchin *et al*, 2016; adaptado por Borges *et al*; 2016.

Figure 2. Studying area and special distribution of the letter fall parcels.

A área não tem intervenção humana há mais de 80 anos, apresenta 1.924 indivíduos por hectare, 33,0 m²/ha de área basal. A vegetação apresenta 129 espécies arbóreas e tem grande densidade de Rubiáceas, *Psychotria mapourioides* DC. e *Psychotria nuda* (Cham. e Schltdl.) (BIANCHIN *et al.*, 2016).

CENSO DE MORTALIDADE

Durante os meses de janeiro a agosto de 2016 foram coletados dados de mortalidade e sobrevivência. Foi realizado um censo, ou seja, a coleta de dados foi de forma integral.

COLETA E PROCESSAMENTO DA SERAPILHEIRA

A serapilheira foi coletada manualmente durante os meses de agosto e setembro de 2016. Para a coleta foi utilizado um gabarito de PVC com 0,5 m x 1,0 m (0,5 m²), as amostras foram coletadas em até 5 cm de profundidade. No total foram coletadas 30 amostras, sendo coletadas 6 amostras por tratamento e mais 6 amostras na FS-2. Nos tratamentos e na FS-2 o método de coleta foi sistemático. As amostras foram posicionadas a 1/4 e 3/4 da largura do tratamento, e a 1/6; 1/2 e 5/6 do comprimento do tratamento, na parcela FS-2 as amostras foram coletadas em duas linhas com distância de 25 metros (3 por linha) e a cada 20 metros, mantendo assim a proporção das amostras dos tratamentos.

A serapilheira foi armazenada e seca ao ar livre. Para fins deste estudo, a serapilheira foi separada em 3 frações: folhas; ramos e galhos (diâmetros menores que 5 cm) e miscelânea (flores, frutos, todo material de origem animal ou vegetal não identificável). Em seguida o material foi seco em estufa a 70 °C por 72 horas e determinada a massa em balança de precisão. As amostras foram extrapoladas para kg.ha⁻¹. A disposição dos tratamentos em relação ao bloco e das parcelas de coleta em relação a serapilheira encontra-se na figura 3.

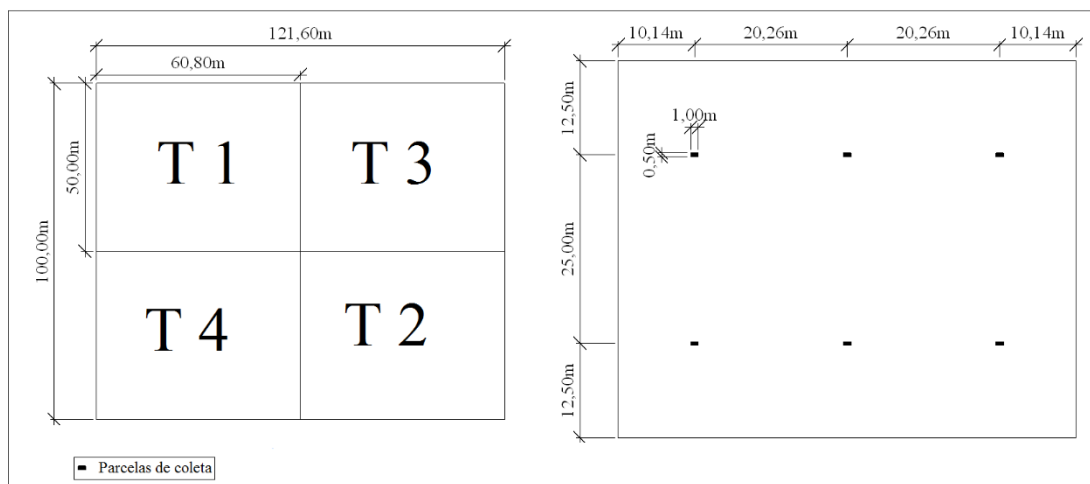


Figura 3. Croqui da posição dos tratamentos em relação ao bloco e dimensão do experimento. Posição das amostras em relação ao tratamento.

Fonte: SPVS adaptado pelos autores Borges *et al.*, 2016.

Figure 3: Sketch the position of the treatments in relation to the block and size of the experiment. Position of the samples in relation to the treatment.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Sendo o padrão das amostras coletadas em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), inicialmente foi realizado a análise de variância e o cumprimento de todas as condições. Para as análises paramétricas ANOVA, seguido de teste de comparação de médias (Teste de Tuckey a 95%). Todos os cálculos estatísticos foram realizados com o *software* PAST.

RESULTADOS

A tabela 2 mostra os resultados encontrados (kg.ha⁻¹) e o percentual das frações na composição total da serapilheira. O total de serapilheira encontrado para os tratamentos (T1, T2, T3 e T4) e o remanescente (FS-2) foi de 5623,58; 7816,67; 6516,83; 6343,33 e 6980,60 kg.ha⁻¹ respectivamente.

Tabela 2: Estoque de serapilheira por fração e total presente no solo e percentual das frações por amostra e total

Fonte: Borges, 2016.

Table 2: Stock of litter per fraction and total in the soil and percentage of fraction per sample and total

LOCAL	AMOSTRA	Folhas Kg/ha	Galhos Kg/ha	Miscelânea Kg/ha	Folhas Porcentagem	Galhos Porcentagem	Miscelânea Porcentagem	Total Kg/ha
TRATAMENTO 1	A 1	3308	2500	740	50,5%	38,2%	11,3%	6548
	A 2	3008	1132	496	64,9%	24,4%	10,7%	4636
	A 3	3060	1454	888	56,6%	26,9%	16,4%	5402
	A 4	2766	2784	556	45,3%	45,6%	9,1%	6106
	A 5	2636	1933	790	49,2%	36,1%	14,7%	5359
	A 6	3238	1416	1036	56,9%	24,9%	18,2%	5690
	Média	3003	1870	751	53,4%	33,3%	13,4%	5624
TRATAMENTO 2	A 1	4174	2692	696	55,2%	35,6%	9,2%	7562
	A 2	4488	2606	902	56,1%	32,6%	11,3%	7996
	A 3	5230	3172	630	57,9%	35,1%	7,0%	9032
	A 4	3898	2168	588	58,6%	32,6%	8,8%	6654
	A 5	3622	3078	894	47,7%	40,5%	11,8%	7594
	A 6	4698	2656	708	58,3%	32,9%	8,8%	8062
	Média	4352	2729	736	55,7%	34,9%	9,4%	7817
TRATAMENTO 3	A 1	3294	2202	670	53,4%	35,7%	10,9%	6166
	A 2	3710	1956	548	59,7%	31,5%	8,8%	6214
	A 3	3336	2112	684	54,4%	34,4%	11,2%	6132
	A 4	3803	3160	1126	47,0%	39,1%	13,9%	8089
	A 5	4030	1734	986	59,7%	25,7%	14,6%	6750
	A 6	3466	1814	470	60,3%	31,5%	8,2%	5750
	Média	3607	2163	747	55,3%	33,2%	11,5%	6517
TRATAMENTO 4	A 1	3306	2900	468	49,5%	43,5%	7,0%	6674
	A 2	4384	1540	1114	62,3%	21,9%	15,8%	7038
	A 3	2724	1760	392	55,9%	36,1%	8,0%	4876
	A 4	3254	3424	544	45,1%	47,4%	7,5%	7222
	A 5	5338	1090	262	79,8%	16,3%	3,9%	6690
	A 6	3152	1830	578	56,7%	32,9%	10,4%	5560
	Média	3693	2091	560	58,2%	33,0%	8,8%	6343
BLOCO 1	Média	3663	2213	699	56%	34%	11%	6575
Floresta Secundária Intermediária (FS-2)	A 1	4846	1832	824	64,6%	24,4%	11,0%	7502
	A 2	4414	2104	744	60,8%	29,0%	10,2%	7262
	A 3	3710	1484	640	63,6%	25,4%	11,0%	5834
	A 4	4010	1308	684	66,8%	21,8%	11,4%	6002
	A 5	4484	2282	696	60,1%	30,6%	9,3%	7462
	A 6	4488	2518	816	57,4%	32,2%	10,4%	7822
	Média	4325	1921	734	62,0%	27,5%	10,5%	6981

O tratamento T2 apresentou maior estoque total de serapilheira, 7.817 kg.ha⁻¹, único superior ao remanescente, e o tratamento T1 o menor estoque, 5.624 kg.ha⁻¹. Os tratamentos T1 e T2 diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que o tratamento T1 não diferiu dos demais, e o tratamento T2 também apresenta semelhança estatística aos tratamentos T3; T4 e FS-2.

Na fração “folhas” o tratamento T2 apresenta maior estoque, 4.352 kg.ha⁻¹, e o tratamento T1 o menor, 3.003 kg.ha⁻¹. Os tratamentos T1 e T2 diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que o tratamento T1 não diferiu dos demais, e o tratamento T2 também apresentou semelhança estatística aos tratamentos T3, T4 e FS-2. As frações “galhos e ramos”, e “miscelânea” não apresentaram diferenças estatísticas. Os resultados podem ser observados na Tabela X.

Tabela 3: Estoque de serapilheira (total e frações) e análise de variância entre resultados totais e frações. a) total de serapilheira estocada; b) fração folhas; c) fração galho e ramos e d) fração miscelâneas.

Valores em coluna seguidos da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Borges, 2016

Table 3: Burlap inventory (total and fractions) and analysis of variance between total results and fractions. A) Total litter lump; B) fraction leaves; C) fraction twig and branches and d) miscellaneous fraction.

a) Total de Serapilheira									c) Fração Galhos e Ramos								
Local	Amostras (Kg/ha)						Média (Kg/ha)	Variação	Local	Amostras (Kg/ha)						Média (Kg/ha)	Variação
T1	A1	A2	A3	A4	A5	A6			T1	A1	A2	A3	A4	A5	A6		
T2	6548	4636	5402	6106	5359,5	5690	5624 A	437173	T2	2500	1132	1454	2784	1933,5	1416	1870 A	432028
T3	7562	7996	9032	6654	7594	8062	7817 B	607123	T3	2692	2606	3172	2168	3078	2656	2729 A	130919
T4	6166	6214	6132	8089	6750	5750	6517 AB	695399	T4	2202	1956	2112	3160	1734	1814	2163 A	269364
FS-2	6674	7038	4876	7222	6690	5560	6343 A	850163	FS-2	2900	1540	1760	3424	1090	1830	2091 A	782931
	7502	7262	5833,6	6002	7462	7822	6981 AB	712802		1832	2104	1484	1308	2282	2518	1921 A	218975

b) Fração Folhas									d) Fração Miscelânea								
Local	Amostras (Kg/ha)						Média (Kg/ha)	Variação	Local	Amostras (Kg/ha)						Média (Kg/ha)	Variação
T1	A1	A2	A3	A4	A5	A6			T1	A1	A2	A3	A4	A5	A6		
T2	3308	3008	3060	2766	2636	3238	3003 A	68476	T2	740	496	888	556	790	1036	751 A	40937
T3	4174	4488	5230	3898	3622	4698	4325 B	161732	T3	696	902	630	588	894	708	736 A	17609
T4	3294	3710	3336	3803	4030	3466	3693 AB	951528	T4	670	548	684	1126	986	470	747 A	65398
FS-2	3306	4384	2724	3254	5338	3152	3607 AB	83849	FS-2	468	1114	392	544	262	578	560 A	86597
	4846	4414	3710	4010	4484	4488	4352 B	335959		824	744	639,6	684	696	816	734 A	5556

Na tabela 4 estão representados os dados de sobrevivência e mortalidade, e a porcentagem em relação a quantidade inicial de plantas do experimento.

O tratamento T4 apresenta a maior porcentagem de sobrevivência, 63,7%, e o tratamento T3 a menor, 32,6%. A média de sobrevivência do bloco foi de 43,75%. Nenhum dos tratamentos diferiu estaticamente. Mesmo padrão apresentado pela mortalidade entre tratamentos, sendo o maior valor de mortalidade o T3, 67,4% e o menor 36,3%, o percentual de mortalidade do Bloco 1 foi de 56,25%. Somente a espécie aleluia diferiu estatisticamente das outras em mortalidade.

Tabela 4: Número de indivíduos sobreviventes e mortos após 10 anos de plantio, e relação percentual ao total inicial plantado.

Fonte: Borges, 2016

Table 4: Number of surviving and dead individuals after 10 years of planting, and percentage relation to the initial total planted.

a) Sobrevivência																
Local	Número de indivíduos por espécie															
	J	A	C	IV	IF	G	J %	A %	C %	IV %	IF %	G %	Média	Total %	Variação	
T1	60	3	99	72	42	56	7,9%	0,4%	13,0%	9,5%	5,5%	7,4%	55 A	43,7%	1025	
T2	62	2	54	62	49	37	8,2%	0,3%	7,1%	8,2%	6,4%	4,9%	44 A	35,0%	517	
T3	16	2	68	114	23	25	2,1%	0,3%	8,9%	15,0%	3,0%	3,3%	41 A	32,6%	1757	
T4	40	119	53	186	47	39	5,3%	15,7%	7,0%	24,5%	6,2%	5,1%	81 A	63,7%	3571	
Média	45 a	32 a	69 a	109 a	40 a	39 a	5,9%	4,1%	9,0%	14,3%	5,3%	5,2%	55	43,75%		
Variação	460	3403	460	3177	141	163										

b) Mortalidade																
Local	Número de indivíduos por espécie															
	J	A	C	IV	IF	G	J %	A %	C %	IV %	IF %	G %	Média	Total %	Variação	
T1	68	123	25	56	85	71	8,9%	16,2%	3,3%	7,4%	11,2%	9,3%	72 A	56,3%	1309	
T2	89	150	22	90	105	38	11,7%	19,7%	2,9%	11,8%	13,8%	5,0%	81 A	65,0%	2687	
T3	75	189	29	74	71	74	9,9%	24,9%	3,8%	9,7%	9,3%	9,7%	87 A	67,4%	3590	
T4	25	134	8	68	16	25	3,3%	17,6%	1,1%	8,9%	2,1%	3,3%	50 A	36,3%	2731	
Média	64 a	149 b	21 a	72 a	69 a	52 a	8,5%	19,6%	2,8%	9,5%	9,1%	6,8%	73	56,25%		
Variação	761	834	83	200	1455	590										

Valores em coluna seguidos da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Valores em linha seguidos da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Nota: J (Jacataúva); A (aleluia); C (Capororoca); IV (Ingá-Vermelho); IF (Ingá-Feijão); G (Guapuruvu).

Fonte: Borges, 2016

DISCUSSÃO

Os valores de serapilheira total do Bloco 1, 6.575 kg.ha^{-1} não diferem estatisticamente do remanescente florestal FS-2 com 6.981 kg.ha^{-1} , o que prova a eficiência do plantio no quesito de serapilheira estocada. O fato das amostras serem coletadas no inverno não altera o resultado do estoque de serapilheira visto que o experimento está presente na Floresta Ombrófila Densa, onde apresenta uma vegetação que sofre menos com a influência das estações do ano. A quantidade de chuva, secas ou estações mais amenas nas florestas estacionais regula o padrão de crescimento das plantas e queda de suas folhas, assim deposição de serapilheira presente nestas áreas varia ao longo do ano (SILVA, 2012). Os valores encontrados nesses estudos estão próximos aos valores encontrados em outras regiões do Brasil, conforme demonstrados na tabela 5.

Tabela 5: Estoque total de serapilheira em diferentes tipologias florestais do Brasil.

Fonte: Borges *et al.*, 2016

Table 5: Total Litter stock in diferente forest types in Brazil.

Vegetação	Local	Serapilheira depositada (Kg/ha)	Referência
Floresta Ombrófila Densa Submontana (formações secundárias)	Cubatão, SP	5100	Leitão Filho (1993)
Restinga inundável	Paranaguá, Pr	5200	Britez (1994)
Floresta Estacional Semidecidual	Parobé, RS	5500	Mello (1995)
Floresta Estacional Semidecidual (formação secundária inicial)	Ouro Preto, Mg	5100	Werneck et al. (2001)
Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (formação secundária inicial)	Paranaguá, Pr	5300	Rocha (2006)
Restinga	Paranaguá, Pr	5100	Pires et al. (2006)
Cerrado	Sudeste do Brasil	5600	Valenti et al. (2008)
Floresta Ombrófila Densa (formações secundárias)	Antonia, PR	5201	Dickow et al. (2010)
Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas	Região Norte do ES	5967	Correia et al. (2015)
Reflorestamento na Mata Atlântica	Seropédica, RJ	6220	Villa et al (2016)
Floresta Ombrófila Densa	Antonia, PR	7627	Bianchin et al. (2016)

Pinto *et al.* (2008) citam que em estágios sucessionais mais avançados a produção e o estoque de serapilheira é maior, Leitão Filho (1993) afirma que em estágios sucessionais iniciais e médios a produção e o estoque de serapilheira é maior. A qualidade do material produzido por cada espécie determina a maior ou menor velocidade de decomposição do material no solo, isto provavelmente pode explicar a diferença estatística entre os tratamentos, Caldeira *et al.* (2007)

Em trabalhos realizados, na mesma reserva Dickow *et al.* (2012), avaliando um remanescente de floresta subtropical secundária, encontrou os valores de deposição total de serapilheira de 5.201 , 5.399 e $5.323 \text{ kg.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ nas fases inicial, média e avançada, valores inferiores aos encontrados por este estudo. Já Bianchin *et al.*, (2016), na mesma região e tipologia florestal, encontram valores médios de $7626,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ de deposição de serapilheira, valor compatível ao tratamento T2, 7.817 kg.ha^{-1} e superior aos demais.

Nos quatro tratamentos e na parcela FS-2 a quantidade em kg.ha^{-1} da fração folhas foi superior as outras frações, e a fração ramos e galhos foi superior a fração miscelânea, mesmo padrão encontrado por Dickow (2010). Em estudo realizado por Villa *et al.* (2016) no município de Seropédica - RJ, em área da Usina Termoeletrica (UTE) Barbosa Lima Sobrinho, propriedade da Petrobras, as margens do Rio Guandu, foi avaliado o estoque de serapilheira em 4 tratamentos, em áreas de restauração com espécies florestais da Mata Atlântica, com diferente espaçamentos 1×1 ; $1,5 \times 1,5$; 2×2 e $3 \times 2 \text{ m}$, encontraram os valores de 5.870 , 4.630 , 5.000 e 3.740 kg.ha^{-1} para a fração de folhas e Bianchin *et al.*, (2016), encontraram o valor de 5.258 kg.ha^{-1} . Nota-se que os valores de Bianchin *et al.*, (2016) e Villa *et al.* (2016) são similares nos 3 primeiros espaçamentos, e são superiores ao encontrados no Bloco 1, de 3.663 kg.ha^{-1} . Porém notou-se a semelhança entre os dados do Bloco 1 com os encontrados por Villa *et al.* (2016) no espaçamento $3 \times 2 \text{ m}$.

Bianchin *et al.*, (2016) encontrou um valor de $1055,7 \text{ kg.ha}^{-1}$ para a fração folhas, valor inferior ao encontrado neste estudo de 2213 kg.ha^{-1} . Esta diferença provavelmente acontece por Bianchin *et al.*, (2016), terem contabilizado a queda de galhos, e galhos ou ramos com diâmetros inferiores a 2 centímetros. Neste trabalho foram contabilizados galhos de até 5 centímetros presentes no solo, isto aumentou a quantidade de material a ser triado. No mesmo trabalho Bianchin *et al.* quantificaram $1352,6 \text{ kg.ha}^{-1}$ de miscelâneas, valor muito superior ao encontrado neste trabalho, $698,6 \text{ kg.ha}^{-1}$. Esta diferença provavelmente ocorreu pois os referidos autores fizeram mais coletas e em menor tempo, assim houve menos tempo para o material se decompor, e o autor pode adicionar a fração miscelâneas flores e frutos nas estações da primavera e ou verão.

O número de plantas que sobreviveram nestes 10 anos de experimento não variou estatisticamente entre os tratamentos e nem entre as espécies, o que mostra a pouca relevância da quantidade inicial de cada espécie plantada para o índice de sobrevivência.

O número de árvores mortas encontrados no inventário florestal realizado também não mostrou diferença estatística entre os tratamentos, porém mostrou diferença estatística entre as espécies, onde a espécie *Senna multijuga* (aleluia; A) se diferenciou das demais por ter uma grande quantidade de indivíduos mortos.

Os tratamentos T1, T3 e T4 apresentaram estatisticamente o mesmo estoque de serapilheira que o remanescente FS-2, e também não variam estatisticamente entre mortalidade e sobrevivência, o que leva a crer que qualquer um destes tratamentos possa ser útil na reposição de nutrientes e formação de uma nova floresta, o T2 apresentou um estoque maior de serapilheira, porém não variou estatisticamente nos quesitos de mortalidade e sobrevivência, assim, se o fator de escolha para a restauração florestal for o maior acúmulo de serapilheira, o tratamento T2 é o mais indicado.

CONCLUSÕES

- O acúmulo de serapilheira foi maior no tratamento T2
- Os tratamentos tiveram diferença estatística ao teste Tukey 5%
- A provável causa de diferenças no estoque de serapilheira é a quantidade original de cada espécie plantada nos tratamentos
- Não houve diferença estatística entre as taxas de mortalidade e sobrevivência do plantio;
- Sendo o critério acúmulo de serapilheira fator decisivo para implantar um projeto de restauração o tratamento T2 é o mais indicado, porém os tratamentos T1, T3 e T4 não diferem estatisticamente de uma floresta madura;
- Mais estudos serão necessários para um melhor entendimento da área, tais como avaliação de macro e micronutrientes da serapilheira, macro e micro fauna, e deposição de serapilheira ao longo do ano.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a toda minha família pelo apoio incondicional. Gostaria de agradecer ao professor Alessandro pelo trabalho que realizamos juntos e a todos os meus amigos que fizeram parte desta jornada, Ricardo, Eduardo, Luís, Gustavo, Júlio e Matheus. Um agradecimento especial a Adenise por me dar forças a continuar.

REFERÊNCIAS

ADUAN, R.E., Vilela, M., Klink, C.A. Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres. O caso do cerrado brasileiro. Documentos. Embrapa Cerrados, v. 105, p.n1 – 28, 2003.

BRITZ, R. M. Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá. 1994. 272 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

BIANCHIN, J. E., Marques, R., BRITZ, R. M. & CAPRETZ, Deposição de Fitomassa em Formações Secundárias na Floresta Atlântica do Paraná. Floresta e Ambiente, 2016. Consultado em 18 de outubro de 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.134015ISSN 2179-8087>>

CARPANEZZI, A. A. Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamentos de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth) na região metropolitana de Curitiba-PR. 1997. 177 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

CALDEIRA, M. V. W., MARQUES, R., SOARES, R. V., BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – Floresta Ombrófila Mista Montana – Paraná - Revista Acad., Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, abr./jun. 2007

DICKOW KMC, MARQUES R, Pinto CB, HÖFER H. Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Atlântica secundária, em Antonina, PR. Cerne 2012; 18(1): 75-86. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602012000100010>.

FERRETTI, A.R. & BRITEZ, R.M. 2006. Ecological restoration, carbon sequestration and biodiversity conservation: The experience of the Society for Wildlife Research and Environmental Education (SPVS) in the Atlantic Rain Forest of Southern Brazil. *Journal of Nature Conservation* 14: 249-259

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná, 2016. Consultado em 28 de outubro de 2016 Disponível em <<http://www.iapar.br/>>

LEITÃO FILHO, H. F. (Coord.). *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão*. São Paulo: Unesp; Campinas: Unicamp, 1993. 184 p.

MELLO, R. S. P. Produção de serapilheira e aspectos da ciclagem de nutrientes em dois tipos florestais adjacentes no Rio Grande do Sul. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2016. *Biomassas, Mata Atlântica*. Consultado em 28 de outubro de 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomassas/mata-atlantica>>

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T. Produção de serapilheira em dois estágios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual na Reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 545-556, maio/jun. 2008.

PIRES, L. A.; BRITEZ, R. M. de; MARTEL, G.; PAGANO, S.N. Produção e acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, Feira de Santana, v. 20, n. 1, p. 173-184, 2006.

SAYER, E.J., WRIGHT, S.J., TANNER, E.V.J., YAVITT, J.B., HARMS, M.N., POWERS, J.S., KASPARI, M., GARCIA, M.N. & TURNER, B.L. Variable responses of lowland tropical forest nutrient status to fertilization and litter manipulation. *Ecosystems* 15:387-400. 2012

SILVA, R.D. Indicadores de recuperação ambiental em diferentes coberturas florestais, Alegre – ES. 2012. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.

SPVS - Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental, 2012. Revisão dos planos de manejo das Reservas Naturais Morro da Mina, Rio Cachoeira e Serra Itaquí – Paraná. 2012. Consultado em 18 de outubro de 2016. Disponível em: < http://www.spvs.org.br/wp-content/uploads/downloads/2016/01/PLANO_MANEJO_RESERVAS_NATURAIS_SPVS-1.pdf>.

ROCHA, A. A. Deposição de fitomassa e nutrientes, acumulação e decomposição de serapilheira em três tipologias da Floresta Atlântica, Paranaguá, PR. 2006. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

VILLA, E. B., PEREIRA, M. G., ALONSO, J. M., BEUTLER, S. J., LELES, P. S. S. Aporte de Serapilheira e Nutrientes em Área de Restauração Florestal com Diferentes Espaçamentos de Plantio VALENTI, M. W.; CIANCARUSO, M. V.; BARALHA, M.A. Seasonality of litterfall and leaf decomposition in a cerrado site. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 68, n. 3, p. 459-465, 2016.

WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 195-198, 2001.